



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

**NÁVRH DESIGNU ŽLABU S OHLEDEM NA HYGIENICKÉ
POŽADAVKY**

DESIGN OF THE TROUGH WITH RESPECT TO HYGIENIC REQUIREMENTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Venc

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Kamil Podaný, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Jan Venc**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Kamil Podaný, Ph.D.**
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Návrh designu žlabu s ohledem na hygienické požadavky

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Jedná se o návrh designu žlabu pro odvod povrchové vody z ocelového plechu se zohledněním hygienických požadavků v potravinářském průmyslu. Na tuto problematiku bude také zaměřena literární studie.

Cíle bakalářské práce:

- zhodnotit stávající žlab,
- popsat a vypracovat literární studii se zaměřením na požadavky hygieny,
- provést návrh designu hygienického žlabu.

Seznam doporučené literatury:

LENFELD, Petr. Technologie II. 1. Liberec: Technická univerzita v liberci, 2005. ISBN 978-80-7-7-2020-9.

HOSFORD, William F. a Robert M. CADDEL. Metal Forming: Mechanics and Metalurgy. 3th ed. New York: Cambridge University Press, 2007. 365 s. ISBN 978-0-521-88121-0.

ACO Krabicový žlab. In: ACO Industries k.s. [online]. [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.aco.cz/35-nerezove-zlaby.html>

SAMEK, Radko, Eva ŠMEHLÍKOVÁ a Zdeněk LIDMILA. Speciální technologie tváření. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010-2011, 2 sv. (134, 155 s.). ISBN 978-80-214-4406-52.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

VENC Jan: Návrh designu žlabu s ohledem na hygienické požadavky

Práce předkládá návrh designu hygienického žlabu. Žlab je vyráběn společností ACO Industries k.s. z korozivzdorné austenitické oceli 17 349 o tloušťce 1,5 mm. V literární studii jsou popsány požadavky hygienického designu, které jsou definovány nestátní organizací EHEDG. Stávající žlab je zhodnocen a jsou navrženy nutné úpravy pro splnění těchto podmínek. Na základě navrženého tvaru a zakázkové – kusové výroby je pro zhotovení jako nejvhodnější vybrána technologie ohraňování se svařením metodou WIG.

Klíčová slova: Hygienický žlab, ocel 17 349, tváření, EHEDG, svařování, WIG

ABSTRACT

VENC Jan: Design of the trough with respect to hygienic requirements

The thesis presents a proposal of a hygienic trough. The trough is made by the company ACO Industries k.s. from stainless steel 17 349 of thickness 1,5 mm. Literary studie is focused on respect to hygienic requirements, which are defined by EHEDG. The trough was valorized and necessary adjustments were proposed to meet the conditions. Based on proposed profile and on the main volume makes custom production, was selected Bending as the most favourable technology for construction and WIG method for welding.

Keywords: Hygienic trough, 17 349 steel, forming, EHEDG, welding, WIG

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VENEC, Jan. *Návrh designu žlabu s ohledem na hygienické požadavky*. Brno, 2019. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/116667>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Kamil Podaný.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předkládanou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V dne 24.5.2019

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji panu Ing. Kamilovi Podanému, Ph.D. za cenné připomínky a rady týkající se zpracování bakalářské práce, dále děkuji panu Ivanovi Stehnovi z firmy ACO Industries k.s. za ochotu při spolupráci a za podporu při vypracování práce.
Děkuji také mé rodině a přítelkyni za podporu během studia.

OBSAH

Zadání

Abstrakt

Bibliografická citace

Čestné prohlášení

Poděkování

Obsah

Str.

ÚVOD	9
1 ROZBOR ZADÁNÍ	10
2 HYGIENICKÝ DESIGN	11
2.1 Uzavřená zařízení	12
2.2 Otevřená zařízení.....	14
2.3 Svařování	15
2.4 Pravidla hygienického designu.....	17
3 NÁVRH ŽLABU.....	20
3.1 Definice tvaru.....	20
3.2 Postup ohýbání.....	23
3.3 Návrh svařování.....	27
4 ZÁVĚRY	28

Seznam použitých zdrojů

Seznam použitých symbolů a zkratek

Seznam obrázků

Seznam tabulek

Seznam příloh

Seznam výkresů

ÚVOD [1], [2], [5], [11]

V dnešní době se při vytváření velkých stavebních komplexů stává stále aktuálnější problematikou řešit přemísťování a odebírání spadové vody z výškových budov, stadionů i rodinných domů. Ve všech uvedených příkladech lze najít prvky odvodnění, ať už se jedná o užitkovou vodu nebo odpadní tekutiny. Pro odvodnění každé stavby je vyžadován individuální přístup řešení a v nejlepším případě i použití co nejefektivnějších systémů. Mezi takové patří žlaby z různých druhů materiálů, trubky nebo například čerpací zařízení. Na obrázku č. 1 jsou uvedeny příklady druhů těchto systémů.

Pro odvod tekutin ve zvláště náročných podmínkách, kde jsou požadovány vysoké hygienické nároky, především v potravinářství, se používají hygienické žlaby. Jejich uplatnění je však mnohem širší, jsou vhodné i pro běžné kuchyňské provozy, či pro farmaceutický nebo chemický průmysl.



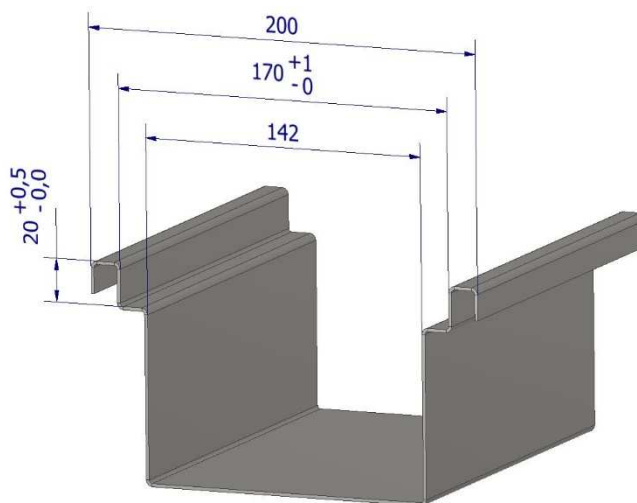
Obr. 1 Příklady druhů odvodňovacích systémů [1]

1 ROZBOR ZADÁNÍ [1], [2], [10], [11], [12], [14], [15], [24]

Řešenou součástí je žlab (obr. 2), který je jedním z prvků v liniovém odvodňovacím systému (obr. 3). Je navržen pro odvod procesních tekutin (dále jen tekutin) z nejrůznějších druhů podlah do kanalizačního systému, což z odvodnění dělá přirozený zdroj mikrobiologických organismů.

Řešená součást je vyráběna technologií plošného tváření. Z tabule plechu o tloušťce 1,5 mm se vypálí požadovaný rozvinutý tvar. Na žlabu nejsou žádné geometrické tolerance, pouze na šířce, kde je vložen rošt, je předepsána úchylka $+1$ mm a na výšce $+0,5$ mm.

Celý systém odvodnění se skládá z řešeného hygienického žlabu, stavitelných noh, odtokového dílu a zpravidla i z krycího roštu, který je umístěn na vrchní část. Všechny tyto části musí splňovat vysoké hygienické požadavky.



Obr. 2 Základní rozměry součásti [12]



Obr. 3 Rozbor odvodňovacího systému [11], [12]

Žlaby se vyrábějí v omezených délkách, které jsou určeny možnostmi výroby, proto se pro odvodnění větších vzdáleností, jednotlivé díly různých délek, skládají za sebe. Pro jejich spojení v celém systému je nutné přivařit na oba konce přírubu. Žlaby jsou následně spojeny pomocí šroubů přes příruby, mezi které se vkládá pryžové těsnění, které zaručí těsnost celého systému.

Hygienický žlab je vyráběný firmou ACO Industries k.s., která se primárně zabývá výrobou vnitřních a venkovních odvodňovacích systémů s vedoucím postavením ve svém oboru v Evropě. Společnost byla založena v roce 1946 v Německu Josefem-Severinem Ahlmannem. Má celkem 26 výrobních závodů nacházejících se na 5 kontinentech a zaměstnává celkově přes 4200 lidí. Hlavní výrobní závod v České republice se nachází v Příbyslavi, který zaměstnává přibližně 700 lidí. Zde se z velké části vyrábějí a kompletují celé systémy a zákazník si zde může nechat vyrobít odvodnění z oceli konstrukčních, korozivzdorných, případně z polymerbetonu.

Úkolem je navrhnout design žlabu tak, aby odpovídal předpisům hygieny a mohl být použit v podmínkách, které to vyžadují.

2 HYGIENICKÝ DESIGN [1], [4], [5], [11], [13], [16]

Aby se mohlo o součásti prohlásit, že je hygienická, musí splňovat velkou škálu přísných požadavků. Pravidla, kterými se výrobci musí řídit udává Evropské uskupení pro hygienické strojírenství a projektování (dále jen EHEDG), což je konsorcium výrobců potravinářského zařízení, výrobců potravin, výzkumných institucí a orgánů veřejného zdraví. Cílem je podporovat hygienu během výroby a balení potravin.

Základní rozdělení je dle kontaktu s okolním prostředím a to na zařízení:

- uzavřená – povrch, který je v kontaktu s tekutinami, je vůči okolnímu prostředí izolován (např. trubky)
- otevřená – plochy na straně produktu jsou v přímém kontaktu s okolním prostředím (např. žlaby)

V obou variantách se často jedná o velké kontaktní plochy s komplikovanými tvary. Proto musí být zařízení konstruováno tak, aby se zabránilo vytvoření špíny a mikrobiologických organismů. Materiály musí být odolné vůči vyšším teplotám a neměly by ovlivňovat vůni a chuť přepravovaného produktu. Musí být korozivzdorné, odolné vůči opotřebení a vzniku trhlin a musí být snadno čistitelné. Aby bylo zaručeno dokonalé vypouštění znečištěné kapaliny, musí být povrch materiálu hladký. Je lepší používat trvalé spoje než rozebíratelné, protože tyto typy spojení mohou způsobovat výčnělky, ostré hrany, kontakt kovu na kov a další. Z těchto důvodů se upřednostňují spoje svařované před mechanickými, jako jsou například šroubové.

Pro splnění hygienických podmínek je důležité zvolit vhodný materiál, který musí splňovat specifické požadavky. V závislosti na provozních podmínkách musí materiál být:

- inertní vůči přepravovaným tekutinám,
- inertní vůči saponátům a dezinfekčním prostředkům,
- odolný vůči korozi,
- netoxický,
- nepoškozující přepravované tekutiny,
- mechanicky stabilní,
- povrchově upravitelný bez ovlivnění fyzikálních a mechanických vlastností.

Přítomnost toxických látek v potravinách je nepřijatelná. Projektant proto musí zajistit, aby použité materiály, které jsou buď v přímém, nebo nepřímém kontaktu s potravinami, neuvolňovaly kritické množství látky, které by bylo škodlivé pro spotřebitele. Je nezbytně nutné kontrolovat legislativní aspekty – mnoho zemí má kodexy postupů a směrnice, které se týkají složení materiálů přicházejících do styku s potravinami a musí být zajištěno, že použití specifického materiálu je povoleno podle stávajících nebo probíhajících právních předpisů. Zpětná zjistitelnost složení je jedním ze základních požadavků tohoto právního předpisu.

Pokud materiály, které jsou v přímém nebo nepřímém kontaktu s produktem, jsou opatřeny povlakem, tak tento musí být odolný vůči podmínkám, kde bude používán.

Při volbě materiálu je důležité zohlednit, kde bude žlab použit a zda bude sloužit k odtoku vody, nebo i jiných tekutin, kde by konstrukční oceli bez jakékoliv povrchové úpravy mohly časem způsobit nehygieničnost vlivem koroze. Dále materiál musí mít vhodnou tvaritelnost a svařitelnost.

Nejvíce používaná je austenitická chrom-niklová ocel 17 240 (dle DIN 1.4301, AISI 304) nebo chrom-nikl-molybdenová ocel 17 349 (dle DIN 1.4404, AISI 316).

Pro splnění výše uvedených podmínek a požadavků EHEDG byla za nejvhodnější materiál vybrána korozivzdorná chrom niklová austenitická nestabilizovaná molybdenová nízkouhlíkatá ocel 17 349, neboť tento materiál je vhodný ke tváření za studena a je zaručeně svařitelný. Má velice dobrou odolnost proti korozi v průmyslovém prostředí, je zvláště odolný proti důlkové

korozí v přítomnosti chloridů i proti kyselinám, zejména kyselině sírové a fosforečné. Hlavní použití nachází v chemickém, farmaceutickém a potravinářském průmyslu, kde je nutné udržovat čisté prostředí. Lze ho použít pro styk s potravinami a pokrmami. Chemické složení a základní mechanické vlastnosti jsou uvedeny v tab. č. 1. Atest a materiálový list oceli 17 349 jsou uvedeny v přílohách č.1 a 2.

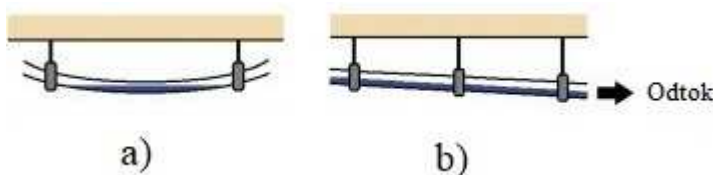
Tab. 1 Vlastnosti korozivzdorné austenitické oceli 17 349 [4]

Chemické složení	Prvek	C	Si	Mn	Ni	Cr	N	S	P
	%	0,024	0,34	1,45	8,05	18,19	0,075	0,0016	0,03
Mechanické vlastnosti	$R_{p0,2}$ [MPa]		R_m [MPa]		A_{80} [%]		Žíhací teplota		
	307		638		54		1020-1080		

2.1 Uzavřená zařízení [6], [7], [8], [9]

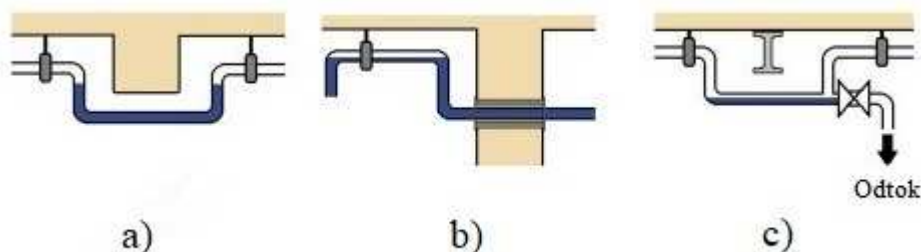
Termínem „uzavřená“ se rozumí zařízení, která nejsou v přímém kontaktu s okolním prostředím. I návrh uzavřeného zařízení obsahuje velkou řadu problémů a špatně konstrukčně navržených systémů, mohou vzniknout:

- „Bazény“ tekutiny – aby se zabránilo vytváření stojatých „bazénů“ kapaliny (obr. 4a), které mohou podporovat růst mikroorganismů, je nutné, aby se potrubí sklonilo alespoň na 3 % ve směru toku (obr. 4b).



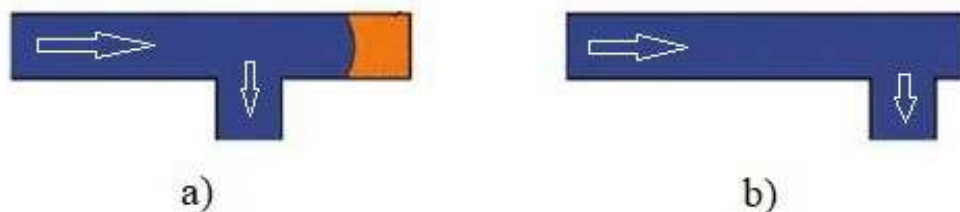
Obr. 4 Spád trubek [9]

Mělo by se zamezit horizontálním změnám chodů potrubí, jinak může vzniknout neodvodnitelná sekce (obr. 5a). Potrubí musí být instalováno tak, aby se ve vyvýšeném úseku, při složitějším členění potrubí (obr. 5b), neshromažďoval vzduch. Pro odstranění se na horní části vyvýšených horizontálních trubkových úseků instalují automatické odvzdušňovací ventily. Potrubí je také důležité řádně podepřít, nebo připevnit ke stěně, aby se zabránilo prohnutí. V případě hromadění tekutiny ve spodní vodorovné větvi se zde umísťuje vypouštěcí ventil (obr. 5c).



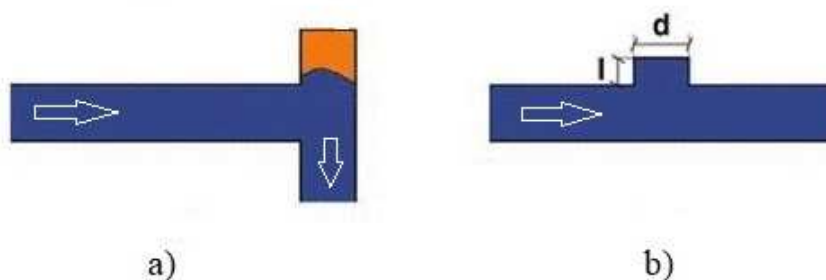
Obr. 5 Konstrukce trubek [9]

- Slepé větve – pokud je to možné, je třeba se vyhnout vzniku slepé odloučené větve (např. potrubí ve tvaru T), protože představuje potenciální nebezpečí (obr. 6a). Vzniká mrtvý prostor, který je v oblasti mimo tok tekutiny, kde se může objevit stojící kapalina, nebo plyn a které nejsou při vyplachování vyměněny. Vhodnější konstrukce je vidět na obrázku 6b, kde průměr potrubí musí být větší než přesahující část.



Obr. 6 Zobrazení slepé větve vpravo [9]

Jestliže slepá větev směřuje nahoru (obr. 7a), může se zde vytvořit vzduchová kapsa, která brání tomu, aby se kapaliny (čistící roztoky, dezinfekční prostředky nebo horká voda) dostaly do všech míst, které mají být ošetřeny, což vede k neuspokojivé dekontaminaci a vyčištění všech povrchů. Na obr. 7b je konfigurace, která je považována jako hygienická, pokud platí podmínka: $l \leq d$.



Obr. 7 Slepá větev směřující nahoru [9]

Slepé části směřující dolů působící jako „mrtvá noha“ (obr. 8), nejsou přijatelné, protože vytvářejí oblast, kde se nečistoty zachytí a kterou nelze vyčistit a to vede ke kontaminaci výrobku. Během úpravy teplou vodou, horká voda také zůstává ve slepé části, takže teplota povrchů v mrtvém prostoru může být nižší, v důsledku tepelných ztrát, než je požadováno. Při sterilizaci párou se zde shromažďuje zkondenzovaná voda, což opět znamená, že teplota povrchů v mrtvé oblasti je nižší, než je požadováno.



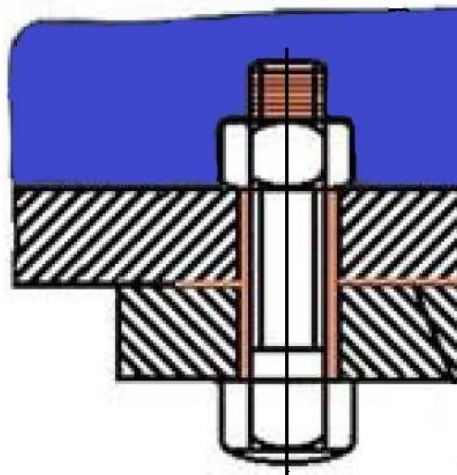
Obr. 8 Slepá větev směřující dolů [9]

2.2 Otevřená zařízení [6], [7], [8], [9]

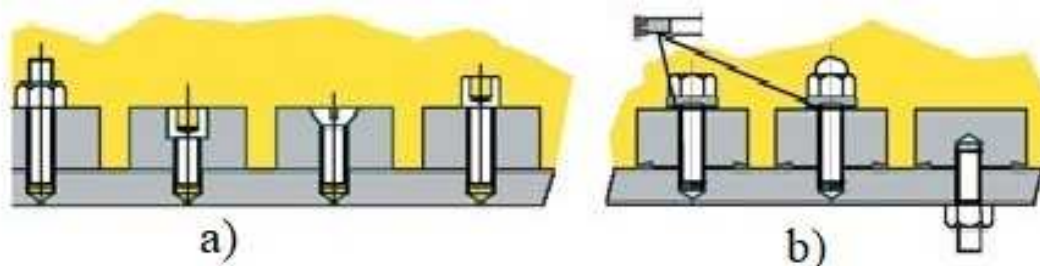
Otevřená technologická zařízení jsou ta, která se nachází v přímém kontaktu s okolním prostředím, jako je například řešený žlab. Dle hygienických požadavků skupiny EHEDG lze použít i rozebíratelné spoje, které také musí splňovat hygienické požadavky. Možné druhy demontovatelných spojů jsou:

- Šroubové spoje – součásti (např. desky nebo příložky), které jsou spojeny rozebíratelnými prvky (např. šrouby nebo vruty) je třeba použít pouze tehdy, je-li demontáž nevyhnutelná. Spojované součásti s dvojicí šestihranných matic a šroubů, které vyčnívají v zóně tekutiny, nebo vruty vystavené přepravované tekutině, nejsou povoleny (obr. 9). Kromě toho mezery mezi spojovanými součástmi, vruty a šrouby s maticí také způsobují kontakt kov na kov a vytvářejí mezery, tzv. „mrtvé plochy“, kde se opět může šířit růst mikrobiologických organismů.

Na straně přepravované tekutiny se rovněž nesmí nacházet šrouby, jejichž hlava má dutinu pro utahování (obr. 10a). Správná konstrukce hlavy šroubu a její účinné utěsnění pomocí kovové podložky a elastomerového těsnění může být považováno za hygienické (obr. 10b). Utěsnění mezery mezi hlavou šroubu a styčnou plochou chrání vůli mezi závitem šroubu a otvorem, kterým prochází.

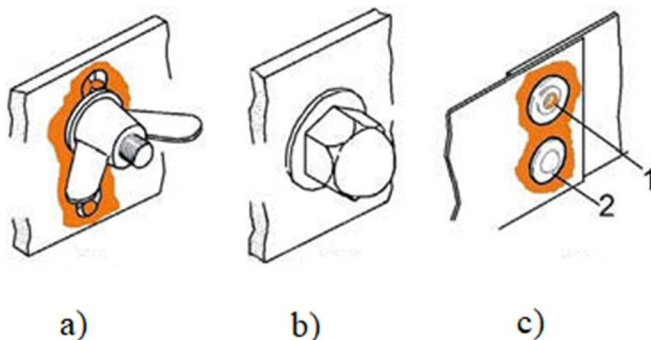


Obr. 9 Špatná konstrukce rozebíratelného spoje [9]



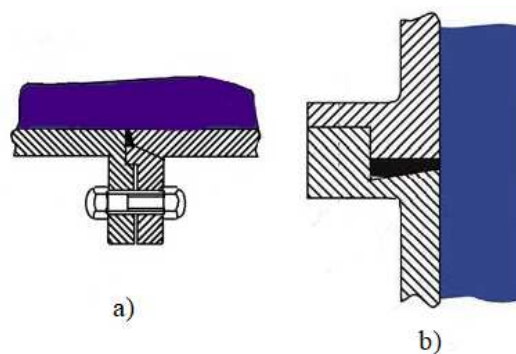
Obr. 10 Použití šroubových spojů [9]

Na straně tekutiny nejsou rovněž povoleny křídlové matice (obr. 11a). Doporučuje se, aby zde byla umístěna hladká nebo kloboučková šroubová hlava, která by pokrývala otevřené závity. Kromě toho mohou být použity i kloboučkové matice k zakrytí otevřených závitových částí šroubu (obr. 11b). Použití dutých nýtů (obr. 11c-1) na straně tekutiny není považováno za hygienické. Lze je nahradit nýty pevnými (obr. 11c-2).



Obr. 11 Použití matic a nýtů [9]

- Příruby – spojení dvou součástí může být provedeno pomocí příruby (obr. 12a), kde použité šrouby mohou řídit stlačení těsnění. Drážka musí být dostatečně velká, aby umožňovala vytvoření prostoru pro roztažení těsnění, ale aby nedošlo k rozšíření těsnícího materiálu do oblasti tekutiny během ohřevu (obr. 12b).



Obr. 12 Spojení pomocí přírub [9]

Na straně tekutiny musí být hladký povrch a spoje bez štěrbin, ve kterých by se mohli vyskytovat mikrobiologické organismy. Dále je třeba se vyvarovat kontaktu kovu na kov. Proto je důležité, aby součásti, které se v oblasti výrobku nacházejí proti sobě, měli zakrytou mezeru mezi kontaktními plochami pomocí gumového těsnění. Stlačení těsnění může být zajištěno pomocí kolíku nebo šroubu na straně, kde se nenachází tekutina (obr. 13).



Obr. 13 Spojení pomocí šroubu nebo kolíku [9]

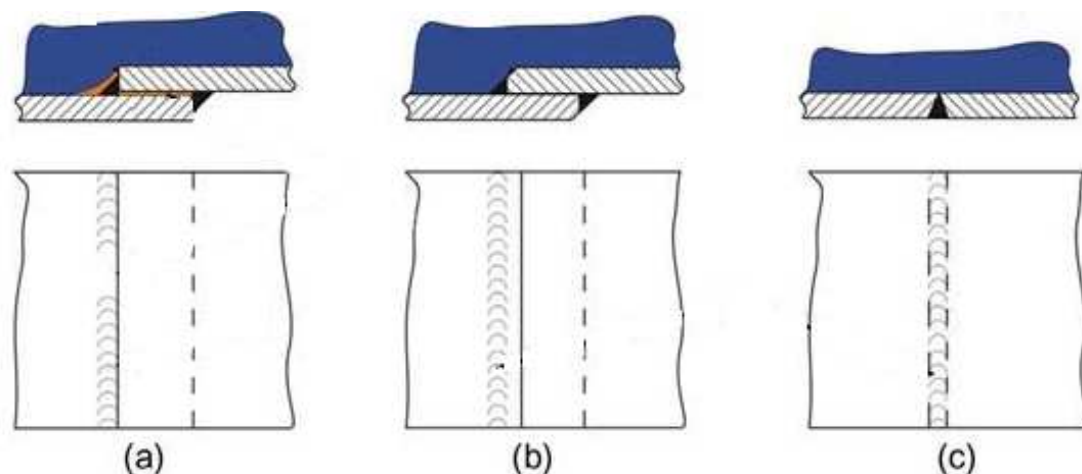
- Jiné způsoby spojení – závlačky, samořezné šrouby, svorky, objímky atd., které se mohou uvolnit a způsobit tak poškození jiného zařízení, nebo mohou představovat fyzické nebezpečí pro spotřebitele, jsou nevhodným upevňovacím prvkem. Pásky, gumové pásky a dráty by neměli být používány k trvalé úpravě zařízení. Je též doporučeno používat pevné nýty místo nýtů průchozích.

2.3 Svařování [5], [8], [9], [16], [17], [18], [19], [20]

Preferovaný způsob spojování součástí k sobě je použití svařovaných spojů. Jednou z prvních náležitostí, které je potřeba provést je volba vhodné metody svařování. Tento výběr je určen především na základě požadavků pro výrobu řešené součásti a dosažitelných možností zvažovaných metod. Při rozboru aplikovatelnosti metod svařování je nutné zohlednit vlastnosti produktů, které jsou v případě žlabu určeny dokumenty číslo 8, 13 a 44 vydaných nezávislou organizací EHEDG a normami EN 1672, EN ISO 14159 a EN 1253. Zmíněné dokumenty EHEDG popisují vlastnosti součástí s požadavkem na hygieničnost, náležitosti pro firmy vyrábějící potravinářský sortiment a design otevřených technologických zařízení pro zpracování potravin.

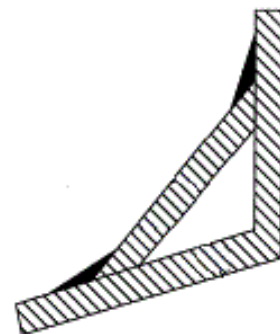
I u svarových spojů může vzniknout několik typů běžných vad (např. nesouosost, praskání, pórovitost, vměstky), které mohou být důvodem vzniku mikrobiologických organismů. Pravidla, která musí být dodržena jsou:

- Souvislé svařování – pro všechny svary v součásti je doporučeno souvislé svařování s dostatečnou ochranou svarových švů (inertní ochranný plyn na obou stranách). Více legovaný přídatný (výplňový) kov v porovnání se svařovaným materiálem může snížit riziko koroze. Nesouvislé svařování a tím nesplněný hygienický design je vidět na obrázku 14a. Při přesazení dvou plechů přes sebe je důležité u vzniklého rohu srazit hranu pro snadné čištění (obr. 14b). Nejvýhodnější je se překrývání plechů přes sebe vyhnout a dát přednost hladkým, souvislým tupým svarům (obr. 14c).

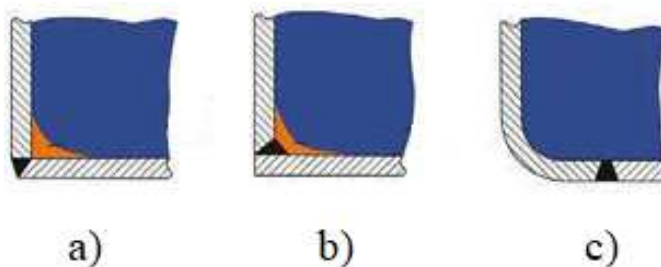


Obr. 14 Aplikované způsoby svařování [8]

- Drsnost – pokud je to nutné, tak i svař musí být leštěné tak, aby měli stejnou drsnost povrchu (pro potravinářský průmysl $R_a \leq 0,8 \mu\text{m}$) jako základní materiál. Měly by být vyšetřeny na jakoukoliv změnu barvy a vady.
- Poškození svaru – aby se zabránilo vzniku trhliny při spoji kov na kov, kde mohou být zachyceny zbytky přepravované tekutiny, nejsou přípustné přerušované nebo bodové svařování. Pokud je nevyhnutelné překrytí dvou plechů pro zvýšení pevnosti v místě svařování, musí být zohledněny podmínky pro odvodnění a čištění překrytých ploch. V případě tlustých plechů musí být okraj horní desky sražen, aby se zabránilo přítomnosti ploch, které mohou zadržovat špínu a být tak obtížné k čištění.
- Ostré rohy – je třeba se vyvarovat vzniku ostrých rohů ($\leq 90^\circ$). Svařování součástí k sobě musí být realizováno mimo roh a přednostně na straně bez kontaktu s tekutinou. Preferované jsou zaoblené rohy, nebo se lze vyvarovat vzniku ostrých rohů pomocí výztuhy, která zajistí potřebný sklon (obr. 15). Svařené součásti mimo roh lze vidět na obrázku 16c. Špatné provedení svaru lze vidět na obr. 16a a na obr. 16b. Svařované součásti v oblasti potravin by měly mít minimální poloměr 6 mm. Je-li tloušťka materiálu menší než 4 mm, měl by mít minimální poloměr 3 mm. Pokud roh nemůže mít poloměr větší než 3 mm, měla by být jeho čistitelnost prokázána zkouškou.



Obr. 15 Použití výztuhy [8]

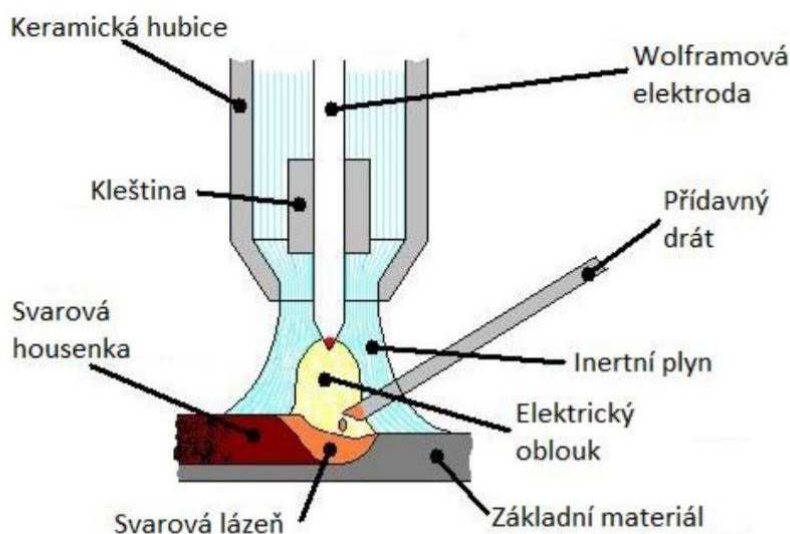


Obr. 16 Konstrukce rohových svarů [8]

Z popsaných pravidel se pro svařování jeví jako nejvhodnější metoda WIG. Název značí obloukové svařování netavící se wolframovou elektrodou v ochranné atmosféře inertního plynu, kde wolfram je vhodný jako materiál elektrody, protože má teplotu tavení 3380 °C. Používá se zkratkové označení WIG (Wolfram Inert Gas) pocházející z němčiny, TIG (Tungsten Inert Gas), které pochází z angličtiny a GTAW (Gas Tungsten Arc Welding), které se používá v USA. V následujících částech práce bude používáno označení WIG. Jak již bylo zmíněno, jedná se o metodu tavného svařování, kde elektrický oblouk hoří mezi netavící se elektrodou a základním materiálem v ochranné atmosféře inertního plynu. Detail svařování je patrný na obr. 17. Wolframová elektroda je v hlavici TIG hořáku upnuta pomocí kleštiny, díky které je do elektrody přenášen svařovací proud. Popis svařování je znázorněn na obrázku 18.



Obr. 17 Detail metody WIG s použitím přídavného materiálu [18]



Obr. 18 Popis svařovací oblasti [19]

2.4 Pravidla hygienického designu [5], [11], [12], [21]

Jeden z aspektů hygienického designu na který je brán největší důraz je čistitelnost. Součásti musí být konstruovány tak, aby byla čistitelnost a absolutní vypustitelnost zaručená. Konstrukční prvky, které musí být v souladu s pravidly EHEDG jsou:

- Zaoblení – pro dokonalé a zaručené čištění nesmí být na součásti ostré hrany, nebo příliš malé poloměry zaoblení. Je-li tloušťka materiálu menší než 4 mm, měl by být minimální poloměr rohů 3 mm. Pokud roh nemůže mít poloměr větší než 3 mm, měla by být jeho čistitelnost prokázána zkouškou. Na obrázku 19 je u žlabu zobrazena správná konstrukce zaoblení.



Obr. 19 Hygienický profil žlabu [11]

- Spád – pro dokonalý odvod tekutin musí mít žlab navržen spád a to v podélném i příčném směru (obr. 20). Minimální podélný spád je 1 %, v příčném průřezu se dno pro šířky menší než 300 mm realizuje ve tvaru do „V“, kde minimální příčný sklon žlabu je 5 °.

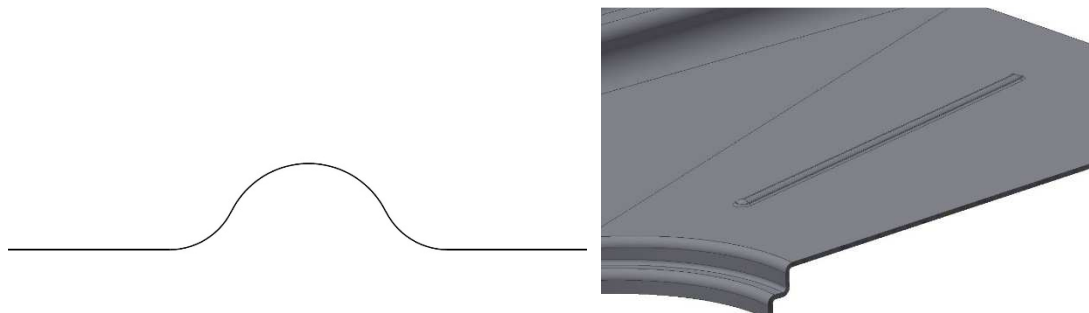


Obr. 20 Podélný a příčný spád [12]

Aby byl zajištěn spád, vypustitelnost a pevnost žlabu, tak pro šířky větší než 400 mm je navrženo vyztužené dno, pro které se používají prolisy („niblování“). Tvar a poloha „niblů“ jsou znázorněny na obrázku č. 21. Dno je pro tyto rozměry navrženo ve tvaru do „X“. I pro toto provedení je minimální příčný sklon 5 ° a podélný taktéž 1 %. Ovšem je doporučeno navrhovat minimální podélný sklon 2 %. Na obrázku 22 lze vidět detail profilu niblu a jeho umístění na žlabu.



Obr. 21 Rozmístění niblů [11]



Obr. 22 Profil a umístění niblu [11]

- Výplňová hrana – pro dostatečnou pevnost „pohledové“ plochy je třeba dutinu, která vznikne mezi vrchní plochou a betonem, vyplnit. Jako výplň se používá elastomerové těsnění, které zajišťuje stabilitu a odolnost přechodu mezi vpustí a okolní podlahou. Mimo to také pomáhá minimalizovat riziko vzniku trhlin a prasklin v podlaze, čímž zabráňuje i množení bakterií. Porovnání žlabů bez výplně i s ní je uvedené na obrázku č. 23.



Obr. 23 Výplň pohledové hrany [5]

- Drsnost – kontaktní povrch výrobku musí mít drsnost takovou, aby byl dostatečně hladký a aby ho bylo snadné čistit a dezinfikovat. Dokončování povrchu musí zajistit nepřítomnost trhlin, důlků, nebo dutin, kde by mohla zůstat voda nebo špína. Ve farmaceutickém průmyslu je doporučena úprava drsnosti na $Ra \leq 0,4 \mu\text{m}$, zatímco v průmyslu potravinářském se považuje za přijatelnou $Ra \leq 0,8 \mu\text{m}$. Drsnost povrchu skříně v hygienických prostorách by neměla překročit $2,5 \mu\text{m}$, protože horší kvalita povrchu znesnadní čištění.

Technika pro dosažení vhodné povrchové úpravy je velmi důležitá. Různými metodami povrchové úpravy (tryskání, elektrolytické leštění, moření) lze dosáhnout drsnosti povrchu $Ra=0,8 \mu\text{m}$, ale struktura povrchu se může značně lišit.

- Povrchová úprava – procesy řezání, tváření a svařování zavedou do povrchu materiálu nečistoty, které mohou způsobit korozi. Primární metodou povrchové úpravy pro odstranění nečistot je moření, které způsobí, že odolnost materiálu proti korozi, kterou měl materiál před svařováním, je navrácena.

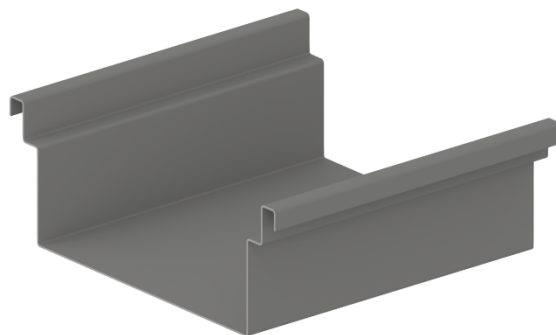
Moření je proces ošetření povrchu kovového materiálu, někdy také nazýváno jako „odkujování“. Jeho smyslem je odstranění nečistot (anorganických látek, koroze a okují) z povrchu železných a drahých kovů, mědi a hliníkových slitin. K ošetření povrchu se používá mořidlo, což je roztok se silnými kyselinami. Na obr. 24 je vidět rozdíl před a po moření.



Obr. 24 Rozdíl před a po moření

3 NÁVRH ŽLABU [11],

Vyráběná součást je žlab, který je vyráběn z korozivzdorného ocelového plechu ČSN 41 7349 o tloušťce 1,5 mm. Tato ocel je vhodná pro tváření za studena a má zaručenou svařitelnost. Při výběru vhodné technologie výroby je třeba zohlednit strojní vybavení společnosti ACO Industries k.s., kde bude řešená součást vyráběna a zároveň najít co nejlepší výstupní kvalitu za nízké náklady. Je zapotřebí také zohlednit velikost série. Nejvýhodnější technologií výroby je ohraňování a to hlavně z důvodu, že společnost vlastní několik CNC ohraňovacích lisů. Právě technologie ohraňování by měla zaručit nejméně nákladnou výrobu požadované součásti. Jako technologie svařování je nejvhodnější metoda WIG, která je vhodná pro korozivzdorné oceli.

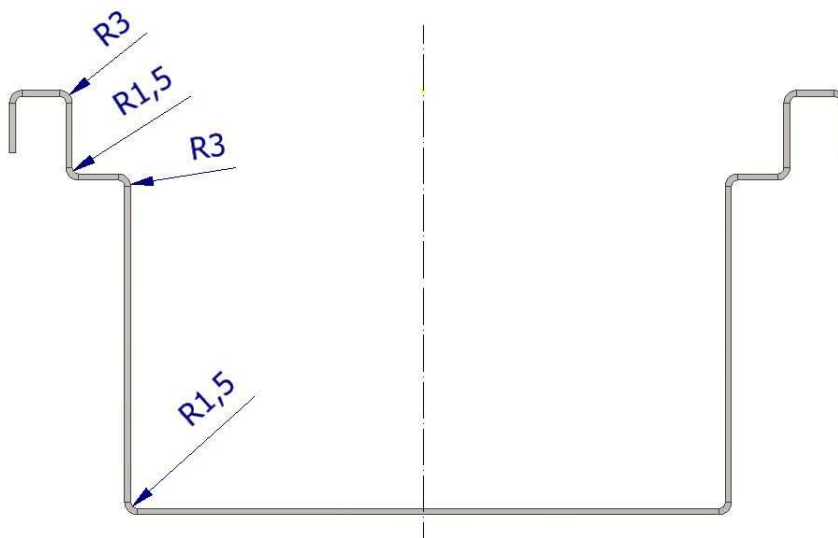


Obr. 25 Model tvářeného žlabu [11]

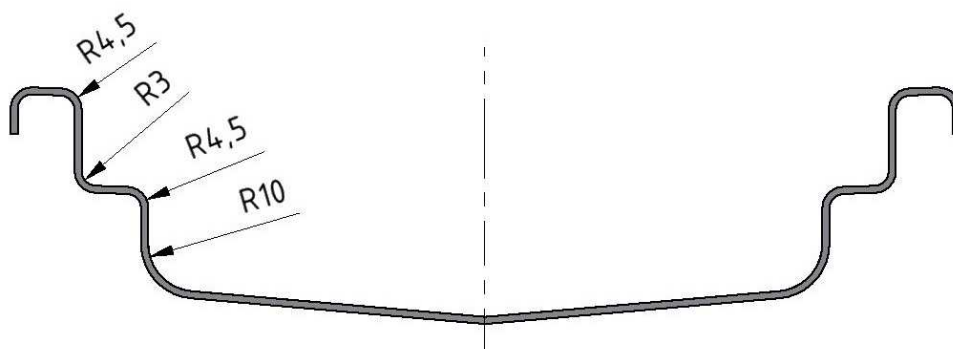
3.1 Definice tvaru [11], [12], [21]

Při návrhu tvaru profilu žlabu je třeba dbát na požadavky skupiny EHEDG. Konstrukční prvky, které je třeba dodržet, jsou:

- Zaoblení – pro snadnou a zaručenou čistitelnost je nutné dodržet minimální poloměr rohů 3 mm. Na obr. 26 je znázorněn stávající žlab, který má nejmenší poloměr 1,5 mm a nesplňuje tak pravidla hygienického designu. Řešením je zaoblit roh na minimálně $R=3$ mm. Toto řešení je vidět na obr. 27, kde je mezi boční stěnou žlabu a dnem poloměr $R10$, který je vytvořen speciálně tvarovaným ohraňovacím nástrojem, který má poloměr špičky 10 mm. Toto zaoblení je zde pro mnohem snazší a zaručenou čistitelnost.



Obr. 26 Žlab bez hygienických poloměrů [11]

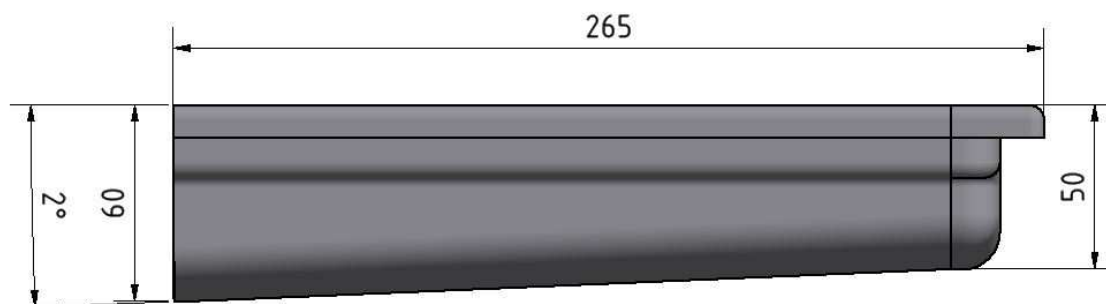


Obr. 27 Návrh poloměrů rohů [11]

- Spád – žlab musí zajistit odvod tekutin a to díky použití příčného i podélného spádu. Žlab bez použití spádů je na obr. 28. Pro zajištění podélného spádu svírá dno s vrchní rovinou žlabu úhel 2° . Společně s rozdílem výšek (mezi výpustí a čelem) a délkou žlabu zajišťují podmínku minimálního spádu 1 %. Podélný sklon žlabu a některé rozměry jsou znázorněny na obrázku 29.

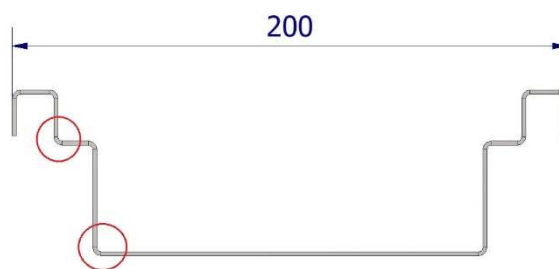


Obr. 28 Žlab bez podélného spádu [11]

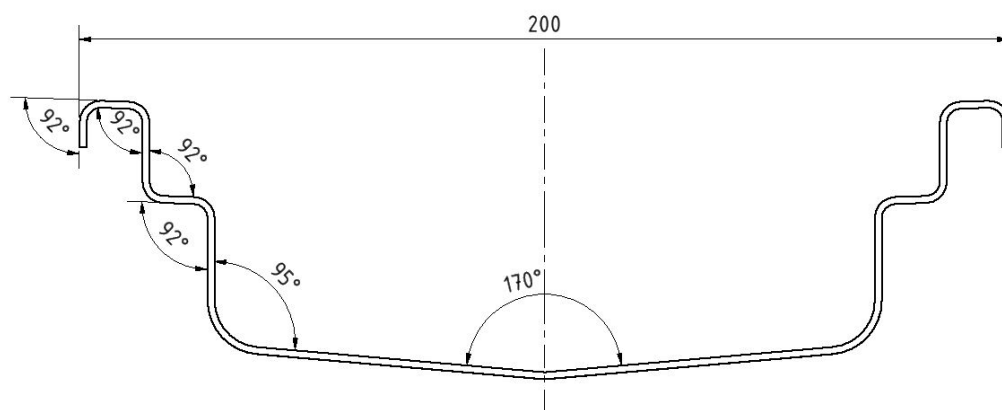


Obr. 29 Návrh podélného spádu [11]

Aby voda nezůstávala v rohových rovných částech (obr. 30), musí být navržen i spád v příčném směru. Ten je pro šířku žlabu 200 mm realizován ve tvaru do „V“ s vrcholovým úhlem 170° . Aby se tekutina nezadržovala v místech určených pro rošt, je i zde navržen sklon a to pod úhlem 92° . Stejná konstrukce platí i pro pohledovou plochu, kde je opět úhel 92° . Všechny navržené příčné sklony jsou znázorněny na obrázku 31.

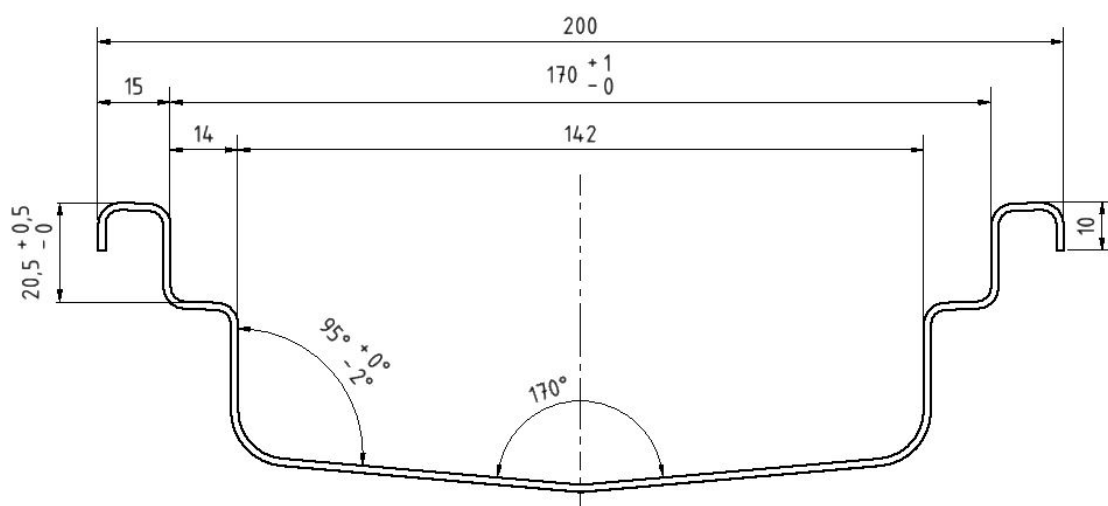


Obr. 30 Žlab bez příčného spádu [11]



Obr. 31 Návrh příčného spádu [11]

- Rozměry – navržené rozměry jsou zobrazeny na obr. 32. Na žlabu nejsou geometrické tolerance, pouze tolerance délkové a úhlové. Na osazení pro rošt je tolerance $+0,5$ mm, pro šířku roštu $+1$ mm a pro úhel mezi dnem a stěnou žlabu je -2° .



Obr. 32 Rozměry a tolerance žlabu [11]

- Povrchová úprava – žlab je navržen pro potravinářský průmysl, aby zde mohl být použit, musí mít požadovanou drsnost povrchu. Po svaření jsou pohledové plochy žlabu broušeny na hrubo kotoučem o zrnitosti 60. Poté následuje moření, po kterém má plech drsnost $R_a = 0,2-0,4 \mu\text{m}$, což splňuje podmínku EHEDG o drsnosti materiálu. I tak se ale po moření ještě leští pohledové hrany (obr. 33) a polepí se páskou, která slouží k ochraně hotového výrobku při přepravě před instalací.



Obr. 33 Žlab po povrchové úpravě

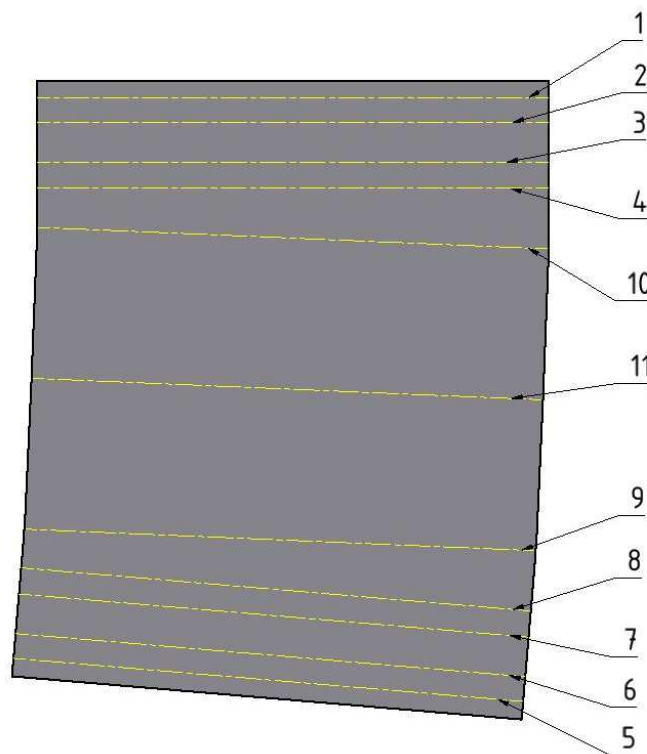
3.2 Postup ohýbání [11], [22], [23]

Při vytváření postupu ohýbání je třeba brát v úvahu velkou řadu faktorů. U řešeného žlabu se jedná o vícenásobné ohraňování, kde je důležité určit správné pořadí ohybů a docílit tak toho, že budou všechny ohyby vytvořeny.

Jedním z hlavních požadavků je zamezit poškození povrchu materiálu, nebo vytvořeného ohybu. Zároveň je důležité předejít kolizi materiálu s nástrojem, strojem nebo dorazy, protože by mohlo dojít k poškození některé z uvedených částí. Velice důležité je také dbát na bezpečnost obsluhy stroje.

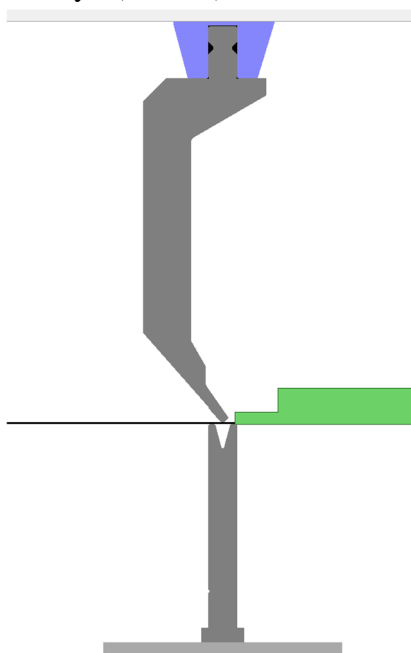
Na řešené součásti je 11 ohybových operací. Prvních 8 je buď pod úhlem 88° , nebo 92° , poté následující dva ohyby (č. 9 a 10) pod úhlem 95° a poslední jedenáctý ohyb je pod úhlem 170° .

Pro správné vytvoření všech ohybů byl vypracován ohybový plán, který je vidět na obrázku 34. Plán byl vytvořen pomocí programu TruTops Bend, pomocí tohoto programu byly vytvořeny i obrázky s jednotlivými ohyby.

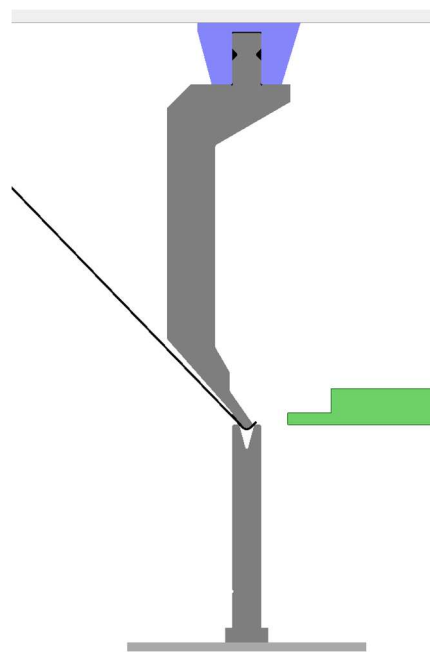


Obr. 34 Ohybový plán tvářené součásti [11]

- Ohyb č.1 – je ohnut nástrojem na úhel 88° . Vnitřní poloměr ohybu se bude rovnat poloměru špičky razníku, který je pro prvních osm operací 3 mm. Před ohybem se rozvinutý polotovár ustaví tak, aby se dotýkal zadních dorazů (obr. 35). Po dotyku nástroje se součástí odjede doraz do bezpečné vzdálenosti od ohýbaného dílce a je vytvořen ohyb (obr. 36).

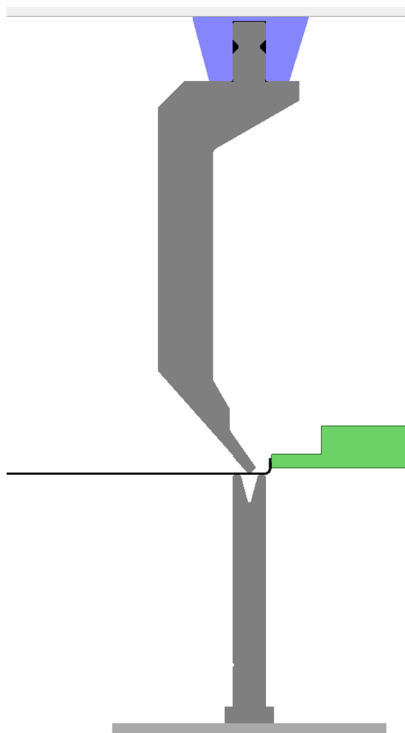


Obr. 35 Pohled před ohybem č. 1.

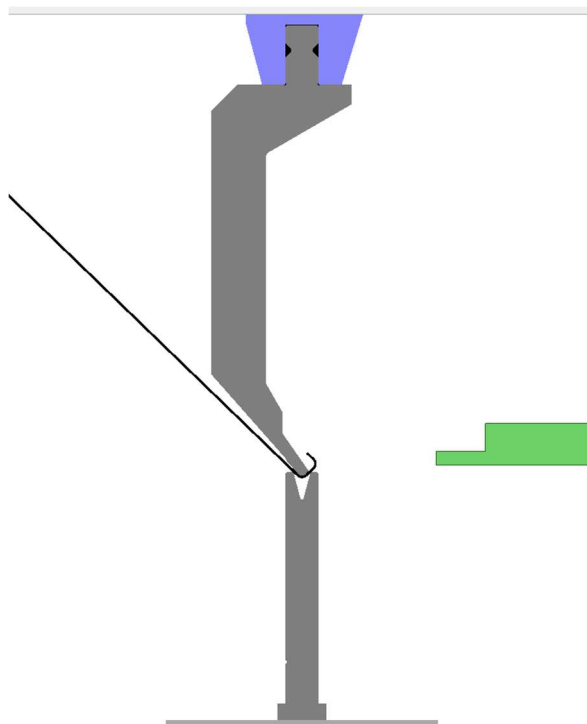


Obr. 36 Pohled po ohybu č. 1.

- Ohyb č.2 – je proveden pod úhlem 92 °. Vnitřní poloměr ohybu je opět 3 mm. Součást bude dotlačena na dotyk zadních dorazů (obr. 37). Na obrázku 38 lze vidět důvod použití vyhnutého ohybníku, díky kterému lze vytvořit požadovaný tvar.

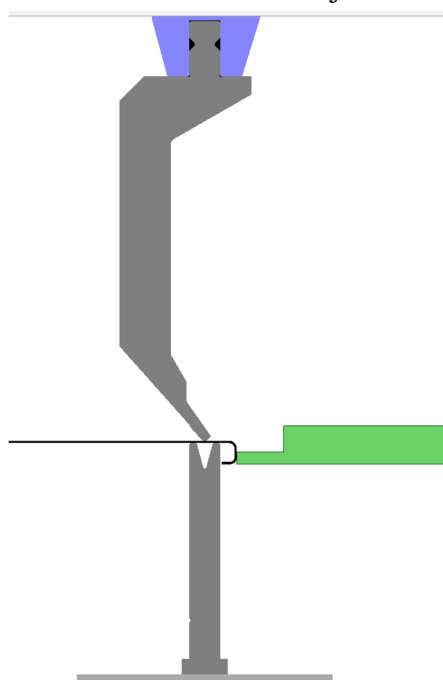


Obr. 37 Pohled před ohybem č.2.

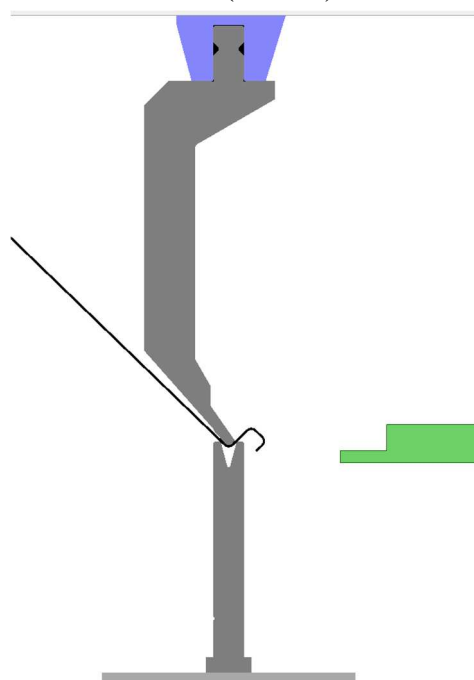


Obr. 38 Pohled po ohybu č.2.

- Ohyb č.3 – je tvořen pod úhlem 92 °. Poloměr ohybu je stejný jako v předchozích operacích, tj. 3 mm. Součást bude dotlačena na zadní dorazy (obr. 39), které po kontaktu razníku se součástí odjedou do bezpečné vzdálenosti (obr. 40).

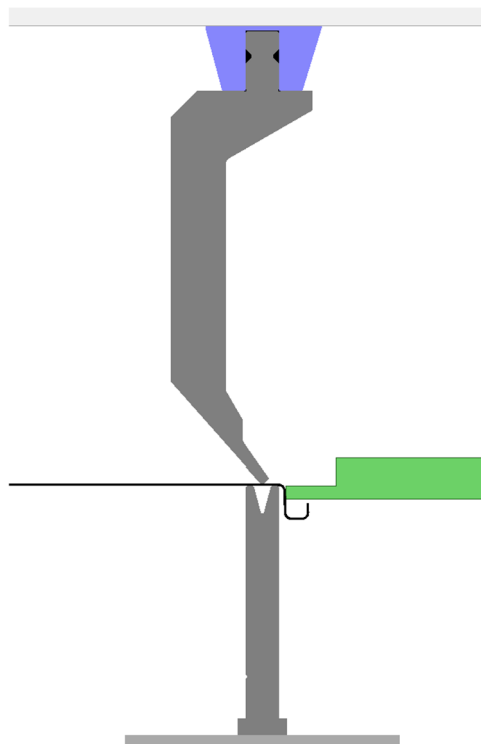


Obr. 39 Pohled před ohybem č. 3.

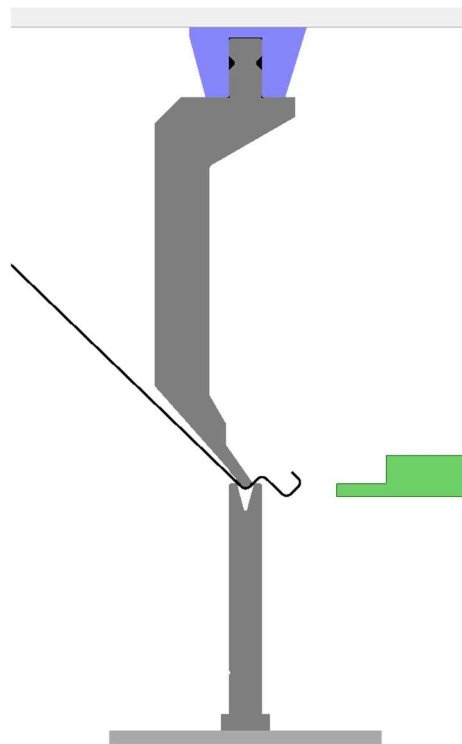


Obr. 40 Pohled po ohybu č. 3.

- Ohyb č.4 – jeho úhel je jako v předešlém ohybu 92° . Jako v předchozích ohybech bude vnitřní poloměr 3 mm. Před jeho vytvořením se součást ustaví dotlačením na zadní dorazy (obr. 41), které jako v předchozích operacích odjedou do bezpečné vzdálenosti (obr. 42).



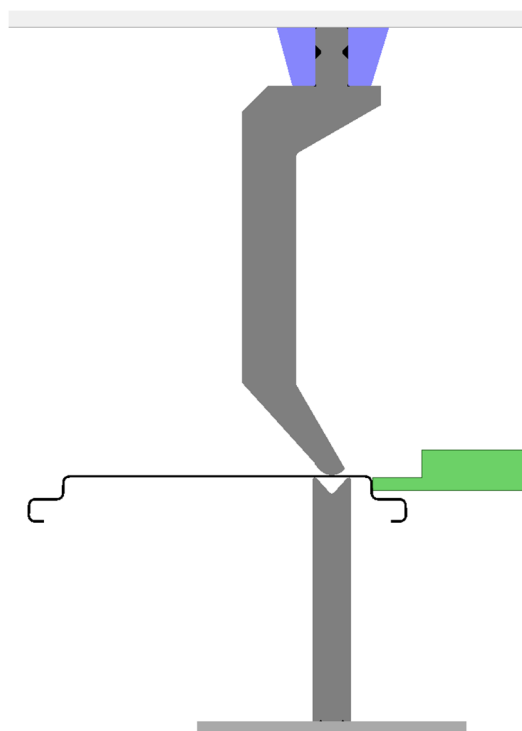
Obr. 41 Pohled před ohybem č. 4.



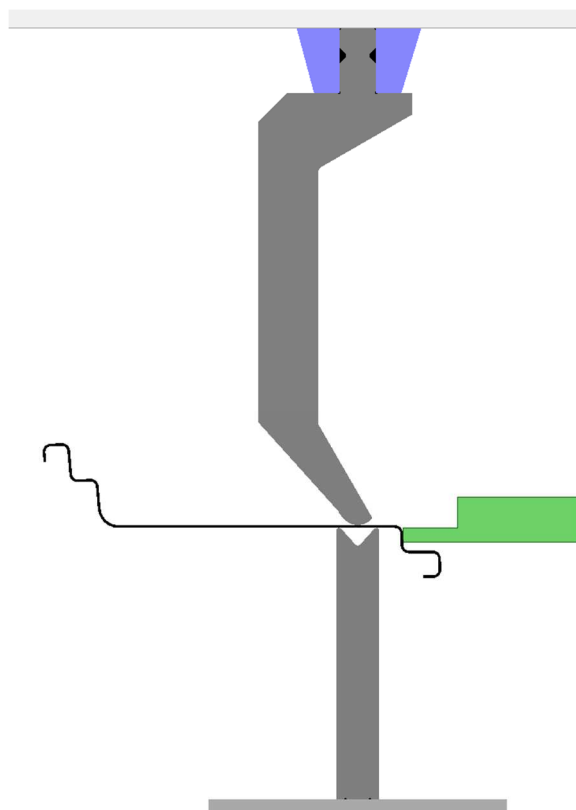
Obr. 42 Pohled po ohybu č.4.

Po dokončení čtvrtého ohybu se součást vyjme a otočí. Poté se vytvoří postupně ohyby č. 5, 6, 7 a 8, které jsou stejné jako výše popsané, pouze jsou zrcadlově. Po dokončení osmého ohybu následují poslední tři, které vytvoří dno součásti.

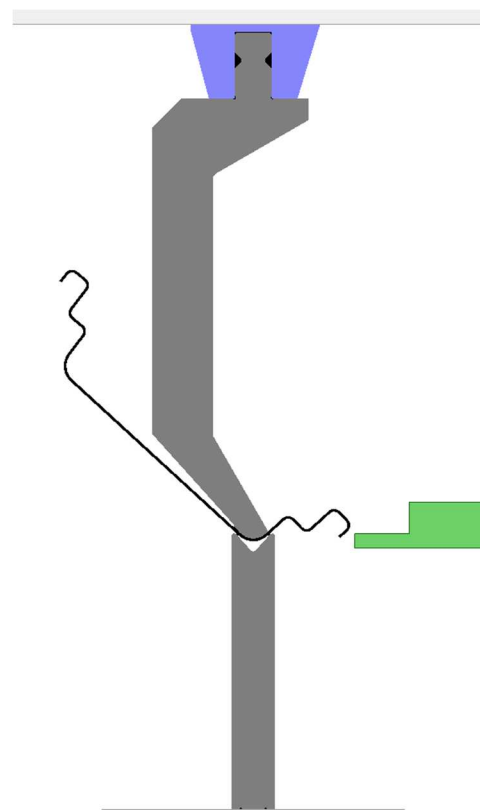
- Ohyb č. 9 (obr. 43) a č. 10 (obr. 44) – tyto dva ohyby určují výšku žlabu. Oba ohyby jsou pod úhlem 95° a jsou zrcadlově stejné. Vnitřní poloměr ohybu je pro poslední tři ohyby 10 mm. Součást může být dotlačena na zadní dorazy. V praxi se však kvůli podélnému spádu ohýbat na dorazy nedá. Používají se předem naznačené značky, kde obsluha ohraňovacího stroje ohýbá pouze pomocí těchto značek. Při pálení rozvinu na laseru jsou zároveň gravírováním tyto čárky, pro poslední tři ohyby, naznačeny. Čárky jsou vytvořeny v programu TruTops při připravování požadovaného rozvinu. Z obrázku 45 je patrné, že maximální výška žlabu je určena ohybem č. 10, protože při větší výšce by došlo ke kolizi součásti s nástrojem, případně strojem.



Obr. 43 Pohled před ohybem č. 9

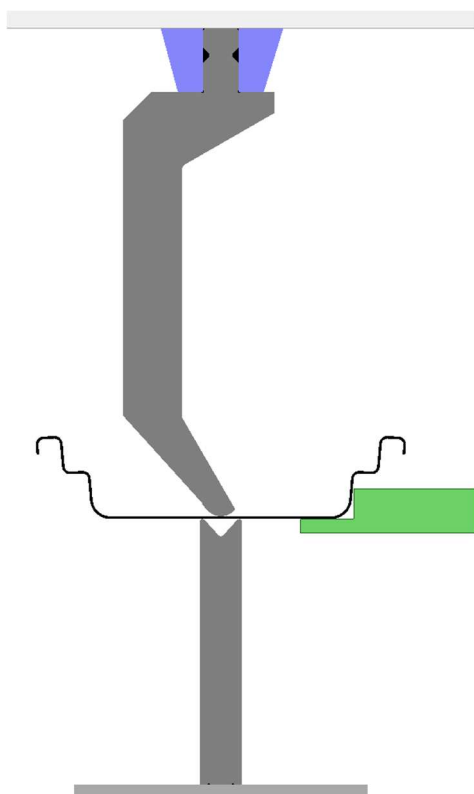


Obr. 44 Pohled před ohybem č. 10.

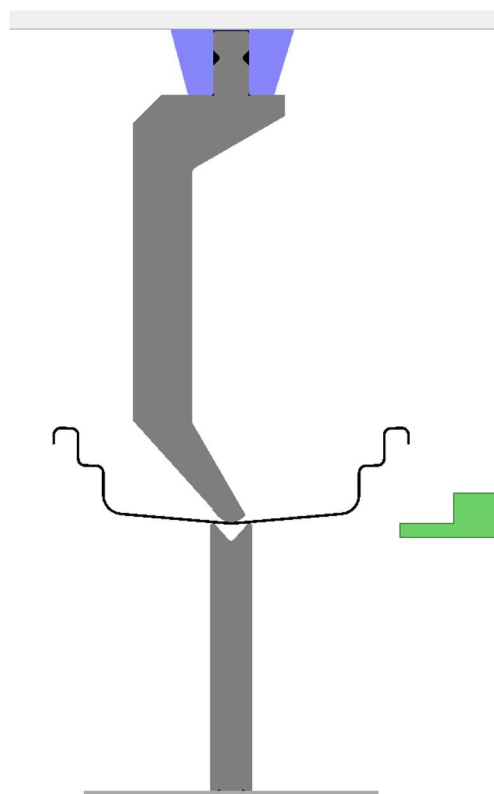


Obr. 45 Pohled po ohybu č. 10.

- Ohyb č. 11 (obr. 46) – jedná se o poslední ohyb, který je vytvořen v ose symetrie součásti. Tento ohyb bude vytvořen pod úhlem 170° . Vnitřní poloměr ohybu bude 10 mm. Při tomto ohybu bude opět přesnost závislá na obsluze CNC lisu, která pomocí předgravírované osy založí součást pro ohyb (obr. 47).

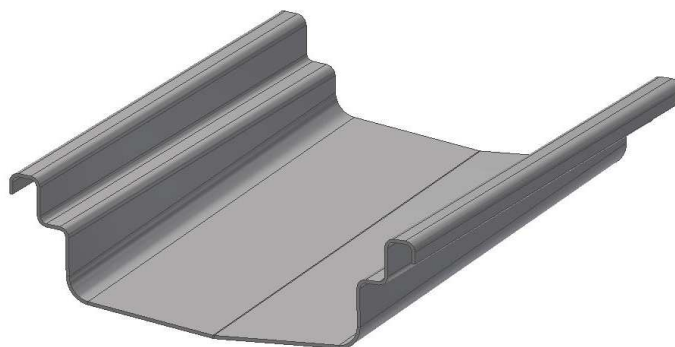


Obr. 46 Pohled před ohybem č. 11



Obr. 47 Pohled po ohybu č. 11

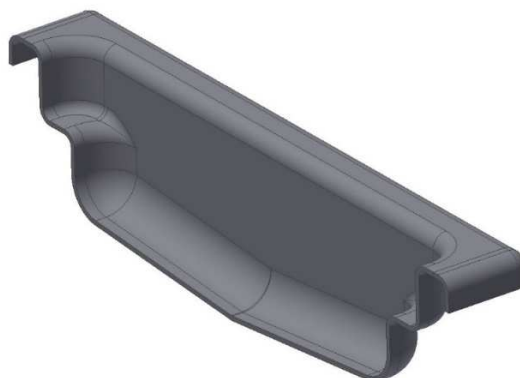
Po dokončení všech ohybových operací je nutné součást vizuálně zkontrolovat, aby se předešlo možným reklamacím zákazníka. Je nutné součást zkontrolovat, aby se na povrchu nenacházely žádné rýhy, případně trhliny, které by se mohly vytvořit při ohýbání. Tyto druhy poškození by nesplňovali podmínky hygienického designu.



Obr. 48 Vyrobená součást [11]

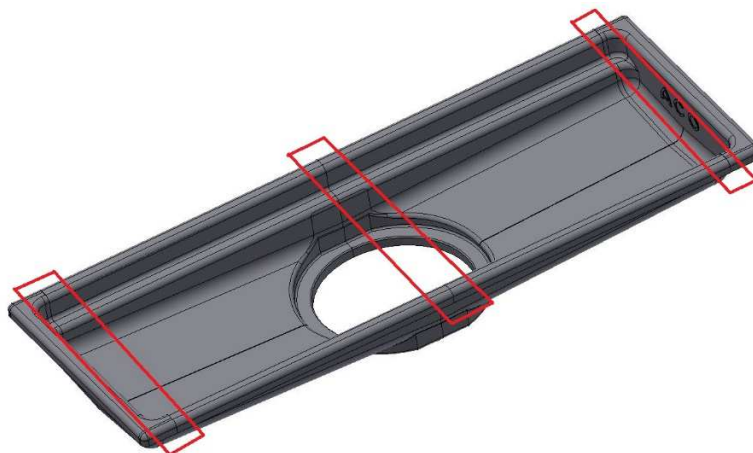
3.3 Návrh svařování [9], [11], [12]

Podmínky stanovené skupinou EHEDG splňuje svařování metodou WIG. K tělu samotného žlabu se na jedné straně přivaří čelo a na druhé se žlaby svaří k sobě, nebo při odvodnění větších vzdáleností, kde je nutno spojit více žlabů k sobě, se na druhé přivaří příruba. Je nutné se řídit pravidly pro svařování hygienických součástí. Proto svar musí být souvislý a realizován mimo roh. To splňuje použití lisovaného čela, které lze vidět na obrázku 49. Svařování čela ke žlabu je bez přídavného materiálu, výjimkou je pohledová plocha, kde je nutno použít přídavný kov. Je to proto, aby na této ploše nevznikly „důlky“ bez materiálu, protože pouze vrchní plocha žlabu je broušena. Zbytek žlabu zůstává po svařování upraven pouze mořením. Součásti jsou svařovány z vnitřní strany, tedy ze strany, kde proudí tekutiny, což způsobí, že součásti nejsou provařeny v celé tloušťce a tedy není tam kořen svaru. Na obrázku 50 je uveden svařený celek s vyznačenými místy, kde je svar realizován, kde nejprve se k oběma kusům žlabu přivaří čelo a následně jsou spojeny k sobě.



Obr. 49 Lisované čelo [11]

Pro větší sériovost provozu, když je to požadováno, se využívá WIG svařovací automat, kde je přesně definována dráha svařování. Případně lze využít robotické svařování laserem, které je sice nejrychlejší metodou, ale vyžaduje velkou sériovost a extrémně přesnou přípravu ohýbaných polotovarů.



Obr. 50 Svařený celek [11]

4 ZÁVĚRY

Řešená součást je žlab, což je hlavní částí liniového odvodňovacího systému, vyráběný firmou ACO Industries k.s. v Příbyslavi. Cílem je upravit tvar tak, aby vyhovoval hygienickým požadavkům.

Kompletní systém odvodnění doplňují další komponenty, například příruby, stavitelné nohy, čela, apod. Na základě požadavků skupiny EHEDG je součást vyrobena z korozivzdorné austenitické oceli 17 349 o tloušťce 1,5 mm, na jejichž základě byl navržen i samotný design, který svým tvarem zohledňuje dobrou čistitelnost a odtok vody. Z těchto důvodů musí být minimální poloměr všech rohů 3 mm, dále musí být dodrženy spády – v příčném směru, kde je minimální sklon dna 5 ° a i v podélném směru, kde je spád minimálně 2 %. Důležitým faktorem je i kvalita povrchu žlabu, součást musí být hladká s maximální drsností $R_a = 0,8 \mu\text{m}$.

Při výběru vhodné technologie tváření byl brán zřetel zejména na strojní vybavení firmy. Jako nejvhodnější byla vybrána technologie ohraňování. Pro svařování je optimální metoda WIG. Na základě navržených rozměrů, pravidel hygienického designu a podmínek pro svařování byl pomocí programu Autodesk Inventor 2018 vytvořen 3D model žlabu a plán pro ohýbání pro 11 operací.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ [3]

1. ACO Industries k.s. [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://www.aco-industries.cz/home/>
2. ACO Krabicový žlab. In: ACO Industries k.s. [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://www.aco.cz/35-nerezove-zlaby.html>
3. CITACE PRO. *Generátor citací* [online]. 2013 [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <http://citace.lib.vutbr.cz/info>
4. *Atest tažné oceli 1.4404. Isbergues, Francie.*
5. ACO Industries k.s. *Industrial Drainage_HygieneFirst* [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <http://www.hygienefirst.com>
6. OVERBOSCH, Peter, M. METRO AG, M. GERMANY a M. FREUND. Inspecting hygienic design, hygiene practices and process safety when commissioning a food factory-31. *Hygienic design of food factories*. 1. Nizozemsko: Elsevier, 2011, s. 733-742. DOI: 10.1533/9780857094933.6.733. ISBN 978-1-84569-564-4.
7. EAGLE, Amy. HYGIENIC DESIGN. *Health Facilities Management* [online]. Chicago: Health Forum, 2010, 23(10), 32-34 [cit. 2019-04-07]. ISSN 08996210. Dostupné z: <http://search.proquest.com/docview/762309846/>
8. LELIEVELD, H.l.m., M.a. MOSTERT a G.j. CURIEL. Hygienic design of food processing equipment-4. *Hygiene in food processing*. 2. Nizozemsko: Elsevier, 2014, s. 91-141. DOI: 10.1533/9780857098634.2.91. ISBN 978-0-85709-429-2.
9. MOERMAN, Frank a Jacques KASTELEIN. Hygienic Design and Maintenance of Equipment-Chapter 26. *Food Safety Management*. Elsevier, 2014, s. 673-739. DOI:10.1016/B978-0-12-381504-0.00026-3. ISBN 978-0-12-381504-0.
10. Liniové odvodňovací systémy. In: *Odvodnění ploch* [online]. HYDROcontrol [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <http://www.odvodneniploch.cz/nerezove-odvodnovacizlaby>
11. *Interní dokumenty*. Přibyslav: ACO Industries, 2019
12. *Konstrukční manuál, Presentace firmy ACO*. Přibyslav, 2019
13. ČSN 41 7349: *Korozivzdorná austenitická Ocel 17 349 Cr-Ni-Mo*. 2015.
14. FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. *Teorie obrábění, tváření a nástroje*. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-214-2374-9.
15. Strojírenství. *Wikipedie* [online]. 2016 [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Strojírenství>
16. EHEDG: Evropské uskupení pro hygienické strojírenství a projektování. *Informační centrum bezpečnosti potravin* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/ehedg-evropske-uskupeni-pro-hygienicke-strojirenstvi-a-projektovani.aspx>

17. Dokumenty organizace EHEDG číslo 8, 13, 44 poskytnuté závodem ACO Industries k.s. v Příbyslavi. 2019.
18. Co je metoda TIG? Základní seznámení [online]. 2018 [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://www.svarecky-elektrody.cz/svarovani-tig-zakladni-seznameni/t-39/t-120>
19. ORSZÁGH, Viktor a Peter ORSZÁGH. *Zváranie TIG ocelí a neželezných kovov*. 1. vyd. Bratislava: Polygrafia ved.lit. a časopisov SAV, 1998, 300 s. ISBN 80-88780-21-7.
20. BALEJ, Zdeněk, Vladimír KUDĚLKA a Jan OPLETAL. *Učebnice pro základní kurz svařování ZK 141 8: Obloukové svařování wolframovou elektrodou v inertním plynu vysokolegovaných austenitických ocelí: (TIG, WIG, GTAW)*. 3. aktualizované vydání. Ostrava: ZEROSS - svářečské nakladatelství, 2013, 172 s. Svařování. ISBN 978-80-85771-03-9.
21. *Hygienický design, Prezentace firmy ACO*. Příbyslav, 2019
22. DVOŘÁK, Milan, František GAJDOŠ a Karel NOVOTNÝ. *Technologie tváření: plošné a objemové tváření*. Vyd. 4., V Akademickém nakladatelství CERM 2. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007. ISBN 978-80-214-3425-7.
23. Technologie plošného tváření – ohýbání. *Technologie II* [online]. Liberec [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/07.html
24. SAMEK, Radko, Eva ŠMEHLÍKOVÁ a Zdeněk LIDMILA. *Speciální technologie tváření*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010-2011, 2 sv. (134, 155 s.). ISBN 978-80-214-4406-52.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Označení	Legenda	Jednotka
A_{80}	Tažnost	[-]
d	Průměr potrubí	[mm]
l	Délka potrubí	[mm]
R	Poloměr zaoblení	[mm]
R_a	Střední aritmetická odchylka profilu	[μm]
R_m	Mez pevnosti	[MPa]
$R_{p0,2}$	Smluvní mez kluzu	[MPa]

SEZNAM OBRÁZKŮ


Obr. 1 Příklady druhů odvodňovacích systémů [1]	9
Obr. 2 Základní rozměry součásti [12]	10
Obr. 3 Rozbor odvodňovacího systému [11], [12]	10
Obr. 4 Spád trubek [9]	12
Obr. 5 Konstrukce trubek [9]	12
Obr. 6 Zobrazení slepé větve vpravo [9]	13
Obr. 7 Slepá větev směřující nahoru [9]	13
Obr. 8 Slepá větev směřující dolů [9]	13
Obr. 9 Špatná konstrukce rozebíratelného spoje [9]	14
Obr. 10 Použití šroubových spojů [9]	14
Obr. 11 Použití matic a nýtů [9]	14
Obr. 12 Spojení pomocí přírub [9]	15
Obr. 13 Spojení pomocí šroubu nebo kolíku [9]	15
Obr. 14 Aplikované způsoby svařování [8]	16
Obr. 15 Použití výztuhy [8]	16
Obr. 16 Konstrukce rohových svarů [8]	16
Obr. 17 Detail metody WIG s použitím přídavného materiálu [18]	17
Obr. 18 Popis svařovací oblasti [19]	17
Obr. 19 Hygienický profil žlabu [11]	18
Obr. 20 Podélný a příčný spád [12]	18
Obr. 21 Rozmístění niblů [11]	18
Obr. 22 Profil a umístění niblu [11]	18
Obr. 23 Výplň pohledové hrany [5]	19
Obr. 24 Rozdíl před a po moření	19
Obr. 25 Model tvářeného žlabu [11]	20
Obr. 26 Žlab bez hygienických poloměrů [11]	20
Obr. 27 Návrh poloměrů rohu [11]	21
Obr. 28 Žlab bez podélného spádu [11]	21
Obr. 29 Návrh podélného spádu [11]	21
Obr. 30 Žlab bez příčného spádu [11]	21
Obr. 31 Návrh příčného spádu [11]	22
Obr. 32 Rozměry a tolerance žlabu [11]	22
Obr. 33 Žlab po povrchové úpravě	22
Obr. 34 Ohybový plán tvářené součásti [11]	23
Obr. 35 Pohled před ohybem č.1.	23
Obr. 36 Pohled po ohybu č.1.	23
Obr. 37 Pohled před ohybem č.2.	24
Obr. 38 Pohled po ohybu č.2.	24
Obr. 39 Pohled před ohybem č.3.	24
Obr. 40 Pohled po ohybu č.3.	24
Obr. 41 Pohled před ohybem č.4.	25
Obr. 42 Pohled po ohybu č.4.	25
Obr. 43 Pohled před ohybem č.9.	25
Obr. 44 Pohled před ohybem č.10.	26
Obr. 45 Pohled po ohybu č.10.	26
Obr. 46 Pohled před ohybem č.11.	26
Obr. 47 Pohled po ohybu č.11.	26
Obr. 48 Vyrobená součást [11]	27
Obr. 49 Lisované čelo [11]	27
Obr. 50 Svařený celek [11]	27

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Vlastnosti korozivzdorné austenitické oceli 17 349 [4]	11
---	----

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Atest materiálu 1.4404 [4]
Příloha 2	Materiálový list dle ČSN 41 7349 [13]

 <p>Aperam - Stainless France Aperam Isbergues 62130 Isbergues FRANCE</p>		MILL. CERTIFICATE BS EN 10204/3.1 CERTIFICAT DE RECEPTION NF EN 10204/3.1 ABNAHMEPRÜFZEUGNIS DIN EN 10204/3.1		N-Nr-N 1800510229-01 V01																																																																											
Manufacturer's works order number N° de la commande usine productrice Werksauftragsnummer 80410993 /01-47287/1		Surveyor's mark Cachet de l'expert Stempel des Werkstoffverständigen		Purchaser and/or consignee Client et/ou destinataire Besteller und/oder Empfänger ITALINOX S.R.L. ZDEBRADSKA 58/59 251 01 - BŘANÝ JAZLOVICE REPUBLIQUE TCHÈQUE																																																																											
Product - Produit - Erzeugnis COLD-ROLLED COIL BOBINE LAMINÉE À FROID KALTGEWALZTES BAND		ISO 9001 V2008 - ISO TS 16949 V2009 - ISO 14001 V 2004		Purchaser's order number N° de commande client Kundenbestellnummer 2017-00P-49 ACOH																																																																											
Steel designation Désignation de l'acier Stahlbezeichnung EN 10026-7 : 16 - W2-W10 - L4307 - L4301 EN 10088-2 : 14 - L4307 - L4301 ASTM A 340 : 16 - TYPE 304L - TYPE 304 ASME SA 340 : 15 - TYPE 304L - TYPE 304 EN 10088-4 : 09 - L4307 - L4301		Finish Patinação Auslieferung 2B 2B 2B 2B		Product delivery condition Etat de livraison du produit - Lieferzustand Solution treated Überverformt : H040 C MINI Lösungsgegl.-abgeschreckt Forced Air Air forcé - Gebläse Luft																																																																											
Identification of the product Identification du produit - Identifizierung des Erzeugnisses MELTED IN BELGIUM, MADE IN FRANCE		Dimensions Dimensions - Abmessungen Thickness Epaisseur - Stärke 1,500 mm Width Largeur - Breite 1500,00 mm Length Longueur - Länge		Number of pieces Nb de pièces - Stückzahl 1 Net weight Poids net - netto Gewicht 11360 KGS																																																																											
CHEMICAL ANALYSIS - ANALYSE CHIMIQUE - CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>C</th> <th>Si</th> <th>Mn</th> <th>Ni</th> <th>Cr</th> <th>Mo</th> <th>Ti</th> <th>N</th> <th>S</th> <th>P</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Required - Exigé - Normel Anforderung - Normen</td> <td>0,030</td> <td>0,75</td> <td>2,00</td> <td>8,00</td> <td>17,50</td> <td></td> <td></td> <td>0,100</td> <td>0,0150</td> <td>0,045</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cast Analysis Analyse coulée Analyse Schmelze</td> <td>0,024</td> <td>0,34</td> <td>1,45</td> <td>8,05</td> <td>18,16</td> <td></td> <td></td> <td>0,075</td> <td>0,0016</td> <td>0,030</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>C71</td> <td>G72</td> <td>G73</td> <td>G74</td> <td>G75</td> <td>G76</td> <td>G77</td> <td>G78</td> <td>G79</td> <td>G80</td> <td>G81</td> <td>G82</td> <td>G83</td> <td>G84</td> <td>G85</td> <td>G86</td> </tr> </tbody> </table>													C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Ti	N	S	P							Required - Exigé - Normel Anforderung - Normen	0,030	0,75	2,00	8,00	17,50			0,100	0,0150	0,045							Cast Analysis Analyse coulée Analyse Schmelze	0,024	0,34	1,45	8,05	18,16			0,075	0,0016	0,030								C71	G72	G73	G74	G75	G76	G77	G78	G79	G80	G81	G82	G83	G84	G85	G86
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Ti	N	S	P																																																																					
Required - Exigé - Normel Anforderung - Normen	0,030	0,75	2,00	8,00	17,50			0,100	0,0150	0,045																																																																					
Cast Analysis Analyse coulée Analyse Schmelze	0,024	0,34	1,45	8,05	18,16			0,075	0,0016	0,030																																																																					
	C71	G72	G73	G74	G75	G76	G77	G78	G79	G80	G81	G82	G83	G84	G85	G86																																																															
Positive material identification carried out : OK Tests de vérification de la conformité de la source fournie : OK Verwechslungsprüfung wurde durchgeführt : OK																																																																															
Location (1) MECHANICAL PROPERTIES - PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES - MECHANISCHE WERTE																																																																															
Room temperature - Température ambiante - Raumtemperatur Test temperature (°C):																																																																															
Direction (2) Required Exigé Anforderung 1 T 2 T		Yield or proof strength Limite d'élasticité Dehnung Rp0.2% Rp1% 270 307		Tensile Strength Résistance à la traction Zugfestigkeit Rm 540 638		Elongation after fracture Allongement après rupt. Bruchdehnung % 45 54		Hardness Dureté Hertz HBW 1 201 164		Yield or proof strength Limite d'élasticité Déformation Rp0.2% Rp1% 270 307		Tensile str. Rm, MPa Zugfestigkeit Rm 540 638		Elongation % Allongement Bruchdehnung 45 54																																																																	
		C11		C14		C12		C13		C15		C16		C17		C18																																																															
Impact strength test Essai de résilience Kerbschlagbiegeversuchtest C40 100 J		Corrosion test Test de corrosion Korrosionstest EN ISO 3651-2 : OK																																																																													
		C41		C42		C43		C44		C45		C46		C47		C48																																																															
Location of the sample (1) Emplacement de l'échantillon Lage des Probenabschnittes 1. Front - Début - Anfang 2. Back - Fin - Ende 3. Middle - Milieu - Mitte		The delivery is in accordance with the order La livraison est conforme aux exigences de la commande Die Lieferung entspricht den Bestelbedingungen		Packing list Avis d'expédition Lieferscheinnummer 180112001524-15255		Organisation inspection Organisation effectue service contrôle Überwachungsabteilung		Quality Control 17/01/2018 Laurent DUBOIS The Inspector Le responsable Der Werkstoffverantwortliche																																																																							
Direction of the test pieces (2) Orientation des échantillons Probeorientierung 1. Transverse - Transvers - Quer 2. Longitudinal - Long - Längs																																																																															
		C01		C02		C03		C04		C05		C06		C07		C08																																																															

ČSN 41 7349 STN 41 7349		Austenitická korozi-vzdorná Cr-Ni-Mo ocel					17 349 Značka						
Chemické složení [hm. %]													
C	Mn	Si	Cr ¹⁾	Ni	Mo	P	S						
max 0,03	max 2,00	max 1,00	16,5–18,5	11,0–14,0	2,00–2,50	max 0,045	max 0,030						
Dovolené úchytky chemického složení hotového výrobku													
+0,005	+0,15	+0,05	+0,5 –0,3	+0,5 –0,3	+0,2 –0,1	–	–						
Polotovary													
[1] tyče tvářené za tepla			[4] trubky bezešvé tvářené za studena										
[2] plechy válcované za tepla			[5] tlusté plechy válcované za tepla										
[3] trubky bezešvé tvářené za tepla													
Mechanické vlastnosti													
Polotovary		[1]			[2]								
Rozměr l, d [mm]		≤ 60	>60–100	>100–150	≤ 10	>10–30							
Stav		.4			.4								
Mez kluzu R _{0,2} [MPa] min		176			195								
Mez kluzu R _{1,0} [MPa] min		215			235								
Mez pevnosti R _m [MPa]		440–690			440–690								
Tažnost A ₅ [%] min		45	40	35	34	30							
Vrbová houževnatost KCU 3 [J.cm ⁻²] min	podél	176	137	98	–	137 ²⁾							
	napříč	–	98	68	–	98 ²⁾							
Tvrdość HB		–			–								
Modul pružnosti E [GPa]		200											
Modul pružnosti ve smyku G [GPa]		–											
Polotovary		[3]		[4]		[5]							
Rozměr l, d [mm]		≤ 89 ³⁾		≤ 80 ³⁾		30–80							
Stav		.4		.4		.4							
Mez kluzu R _{0,2} [MPa] min		176		176		195							
Mez kluzu R _{1,0} [MPa] min		215		215		235							
Mez pevnosti R _m [MPa]		440–735		440–735		440–690							
Tažnost A ₅ [%] podél min		40		40		34 ⁴⁾							
Vrbová houževnatost KCU 3 [J.cm ⁻²] min	podél	–		–		125							
	napříč	–		–		80							
Vrbová houževnatost KCV ¹⁹⁸⁾ [MPa] min	podél	–		–		70							
	napříč	–		–		40							
Modul pružnosti E [GPa]		200											
Modul pružnosti ve smyku G [GPa]		–											
Teplota [°C]		100	200	300	400	500	600	800					
Modul pružnosti E [GPa] za zvýšených teplot		194	186	179	172	164	155	135					
Teplota [°C]		50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
Nejnižší mez kluzu R _{0,2} [MPa] za zvýšených teplot		166	161	156	147	137	127	122	117	112	107	102	98
Nejnižší mez kluzu R _{0,1,0} [MPa] za zvýšených teplot		201	191	186	176	166	156	152	147	142	137	132	127

Fyzikální vlastnosti						
Hustota ρ [kg.m ⁻³]	Měrná tepelná kapacita c_p [J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	Teplotní součinitel roztažnosti α [K ⁻¹]	Tepelná vodivost λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	Měrný elektrický odpor ρ [Ω.m]		
7 900	500	16,5.10 ⁻⁶	14,7	750.10 ⁻⁹		
Odolnost proti degradačním procesům						
ODOLNOST PROTI PLOŠNÉ KOROZI odolává po rozpouštěcím žhání řadě agresivních činidel, zejména kyselině sírové a fosforečné a je zcela srovnatelná s ocelí 17 346, je však méně náchylná k nožové korozi						
ODOLNOST PROTI MEZIKRYSTALOVÉ KOROZI zaručená podle ČSN 03 8169; při delším setrvání v oblasti kritických teplot nelze v silně agresivních prostředích mezikrytalové napadení vyloučit nad teplotou 450 °C						
Technologické údaje						
TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ rozpouštěcí žhání 1 020–1 080 °C ochlazovat podle tloušťky na vzduchu nebo ve vodě žhání ke snížení pruž 850–950 °C 10 – 15 min. na teplotě, ochlazovat na vzduchu						
TVARITELNOST teploty tváření 1 150–850 °C ochlazovat na vzduchu						
SVARITELNOST podle ČSN 05 1310 – zaručená						
OBROBITELNOST polotovary [1] [2] [5] stav . 4		soustružení, hoblování 9b	frézování, vrtání 9b			
TECHNOLOGICKÉ ZKOUŠKY zkouška rozšiřováním podle ČSN 42 0415.5 ($\beta = 30^\circ$)						
		$\frac{d/D}{D} \cdot 100$	0,9	0,8	0,7	0,6
			34	36	40	45
zkouška smáčkutím podle ČSN 42 0415.4 trubky při úplném smáčkutí nevykazují poškození.						
Použití						
Pro stavbu zařízení, tlakových nádob a aparátů v chemickém, farmaceutickém, textilním a potravinářském průmyslu, kde se vyžaduje zvýšená odolnost proti neoxidujícím kyselinám nebo zvýšená čistota produktu, zejména na svařované díly, které mají odolávat mezikrytalové korozi a nelze je po svaření žhát. Vhodná na součásti leštěné na vysoký lesk.						
Ostatní vlastnosti						
Druh oceli podle způsobu výroby		Barevné značení podle ČSN 42 0010		Trída odpadu podle ČSN 42 0030		
elektroocel		červená–světlemodrá–černá		057		

Porovnání se zahraničními materiály

<i>ISO</i>		<i>EURO</i>		<i>Německo</i>	
X2CrNiMo17-13-3E	ISO 4954-93	X2CrNiMo 17-12-2	EN 10088/1-5-05	X2CrNiMo 17-13-2	DIN 17440-85
X2CrNiMo17-12-2	ISO 9328/7-04				
<i>Francie</i>		<i>Velká Británie</i>		<i>Rusko</i>	
Z3CND 18-12-02	NF A35-574-90	316S11	BS 3605/1-91	03Ch17N14M2	—
Z3CND 17-12-02FF	NF A36-607-84	316S13	BS 3606-92		
Z2CND 17-12	NF A36-582-79	316S14	BS 970/1-91		
		316S30	BS 1501/3-90		
<i>USA</i>		<i>Japonsko</i>		<i>Kanada</i>	
316 L	ASTM A276 -80a	SUS 316	JIS G4303-05	—	—
		SUS 316 LFB	JIS G4319-91		
<i>Itálie</i>		<i>Rakousko</i>		<i>Švédsko</i>	
X2CrNiMo 17 12	UNI 6901-71	X2CrNiMo17 132 KXW	ÖNORM M3121-91	2348	SS 142348
<i>Polsko</i>		<i>Maďarsko</i>		<i>Norsko</i>	
00H17N14M2	PN H-86020-71	—	—	14455	NS 14455
<i>Finsko</i>		<i>Švýcarsko</i>		<i>Španělsko</i>	
X2CrNiMo 17 12 2	SFS 750	—	—	X2CrNiMo 17 13 2	UNE 36016/1-90
<i>Austrálie</i>		<i>Bulharsko</i>		<i>Brazílie</i>	
316 L	AS 1449-07	000Ch17N14M2	BDS 6738-72	V-316 L	Br.800
<i>Čína</i>		<i>Korea</i>		—	
022Cr17Ni12Mo2	GB 1220-07	STS 316LTP	KS 03576-09	—	—
00Cr17Ni14Mo2	GB 4239-91				

Poznámky

¹⁾ Dovoluje se i vyšší obsah Cr v tavbě tak, aby v hotovém výrobku nebyl překročen horní mezní obsah 19,0 %.

²⁾ Vrubová houževnatost platí pro plechy s $t \geq 12$ mm, pro tenčí plechy lze hodnoty dohodnout.

³⁾ Vnější průměr trubky.

⁴⁾ Napřít.

Normy EN přijímají následující země: Belgie, Bulharsko, Česká republika, Dánsko, Estonsko, Finsko, Francie, Irsko, Island, Itálie, Kypř, Litva, Lotyšsko, Lucembursko, Maďarsko, Malta, Německo, Nizozemsko, Norsko, Polsko, Portugalsko, Rakousko, Rumunsko, Řecko, Slovensko, Slovinsko, Spojené království, Španělsko, Švédsko a Švýcarsko.